

## Hidroponía en invernaderos: estrategias hacia la sostenibilidad

Autores/a: Víctor Pizarro B., Constanza Jana A., Cornelio Contreras S., Víctor Alfaro E., Gonzalo Ibacache A., INIA Intihuasi.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO INIA INTIHUASI N° 109 - AÑO 2022



Jennifer Cortés (Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, Chile), alumna en práctica del Programa Transferencia Tecnológica para el Cultivo de Hortalizas Hidropónicas.

La agricultura se enfrenta a desafíos sin precedentes debido al aumento de la demanda de alimentos, efectos adversos del cambio climático, sobreexplotación de los recursos naturales, pérdida de biodiversidad y desperdicio de alimentos; arriesgando su capacidad productiva para satisfacer las necesidades alimentarias actuales y del futuro.

La **agricultura sostenible** persigue satisfacer las necesidades de alimentación saludable de las generaciones de hoy y del mañana, un mayor respeto con el medio ambiente, y ser social y económicamente aceptables, a través de los siguientes principios:

Reducir los riesgos ambientales y preservar los recursos naturales

Usar eficientemente los recursos agrícolas y fuentes de energía no renovables

Adaptarse a los ciclos naturales biológicos y ambientales

Apojar al desarrollo económico rural y la calidad de vida de los agricultores y agricultoras

La **hidroponía** incluye acciones y respuestas a las dificultades que enfrenta el área agrícola, especialmente por el reducido consumo de agua, una mayor densidad de cultivo y menor esfuerzo físico para la producción de hortalizas.

# Sostenibilidad del modelo hidropónico en la Agricultura Familiar Campesina (AFC)

El **Programa Transferencia Tecnológica para Cultivo de Hortalizas Hidropónicas**, dirigido a la AFC en las comunas<sup>1</sup> del Programa Territorial Zonas Rezagadas de la Región de Coquimbo, está desarrollando un modelo de producción de hortalizas de hoja en Sistema de Raíz Flotante (SRF), cuya capacidad productiva es de 540 plantas en 48 m<sup>2</sup> por ciclo de cultivo, proyectando anualmente ocho ciclos que alcanzan un total de 4.320 plantas. Este informativo tiene por objetivo integrar los principios antes descritos, identificando manejos culturales y orientar a un mejor uso de insumos y recursos para una producción sostenible, que eleve los estándares de calidad en hortalizas hidropónicas.

**Reducir los riesgos ambientales y preservar los recursos naturales**

**Estrategia de Exclusión y MIP:** uno de los mayores riesgos en los sistemas agrarios es el mal uso y abuso de plaguicidas, que tienen efectos adversos sobre la salud de la población (peligro de cáncer, leucemia, parkinson, asma, neuropsicológicos y cognitivos); contaminación al medioambiente (efecto residual) y efectos en los ciclos biológicos del sistema agrario (nuevos brotes y resistencia de plagas -insectos, bacterias y malas hierbas-). La implementación y uso de mallas antiáfidos como barrera física y “cero ingresos de plagas”, garantizan el bajo a nulo uso de plaguicidas, complementado con estrategias de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Manejo Integrado de Plagas (MIP), como se presenta en el **Cuadro 1**.

**Cuadro 1.** Complemento de BPA y MIP en sistemas hidropónicos, a estrategias de exclusión, con uso de mallas antiáfidos.

Estrategias	Acciones
1. Cuidado y aseo personal	Lave frecuentemente las manos.
2. Ropa adecuada	Disponga de un delantal y guantes.
3. Desinfección	Desinfecte herramientas, bandejas y mesones con solución de cloro al 5 %.
4. Trampas	Instale trampas de color amarillo y azul.
5. Aplicaciones preventivas	Puede aplicar jabón potásico, purines y azufre mojable.
6. Monitoreo	Cuente y registre presencias plagas.
7. Identificación	Use lupa y consulte con asesor acciones a seguir.

\*Estrategias de uso de trampas dirigidas a cultivos de hoja.

<sup>1</sup> Canela, Combarbalá, Monte Patria y Punitaqui.

En los sistemas hidropónicos, las enfermedades del suelo prácticamente no existen, sin embargo, lo que pueda hallarse es debido a contaminaciones externas por herramientas, implementos o almacigos, los que pueden ser controlados con desinfección de cloro. Las enfermedades provocadas por insectos, como pulgones o trips, se reducen con la instalación de mallas antiáfidos. Para el control de malezas, el uso de malla en la cubierta del suelo impide el crecimiento de plantas no deseadas al interior del invernadero (mallas conocidas comercialmente como antimalezas o “ground cover”).



**Figura 1.** Implementación de estrategia de exclusión con malla antiáfidos y antimalezas, en invernadero.

**Soluciones Nutritivas:** su uso inadecuado con altos niveles de nitrógeno y fósforo puede llegar a tener implicancias sobre los ecosistemas; su descarga en altas concentraciones contamina el suelo, las aguas superficiales y subterráneas y, además, provoca una producción de autótrofos (ej., algas) y un bajo nivel de oxígeno disuelto (OD), que posteriormente conducen a la eutrofización en cuerpos de agua, ríos y arroyos. A nivel de cultivo, en especial, cuando las temperaturas sobrepasan los 30 °C o en condición de días largos (verano), aumenta la salinidad, afectando la tasa de oxigenación y los procesos fisiológicos como la actividad fotosintética, apertura estomática y contenido de clorofila, que repercute en la calidad comercial de las hortalizas.

A través de análisis de calidad de agua (biológicos y químicos) constatar que las soluciones nutritivas implementadas respondan a las características propias del agua de riego de

cada predio y del cultivo a producir, con niveles adecuados de nitrógeno y fósforo, procurando que la salinidad se encuentre por debajo de 1,0 dS m<sup>-1</sup>. Se recomienda que las descargas (después del 3.er ciclo productivo) se efectúe en frutales que no hayan sido fertilizados, y no en canales cercanos o cursos superficiales de agua.



**Figura 2.** Suministro de solución nutritiva con concentración adecuada de nitrógeno y fósforo a las características del agua (CE: 0,33dS/m y N: <0,1ppm).

**Manejo de plástico:** corresponde a uno de los insumos más controversiales en los sistemas hidropónicos y su relación con el concepto de “sostenibilidad”, ya que estos polímeros por sus características físicas y químicas, son muy difíciles de degradar por los microorganismos que se encuentran en la naturaleza y pueden permanecer casi intactos durante siglos. También suponen un grave riesgo de contaminación y una grave amenaza para la biodiversidad y para todo tipo de fauna. Según datos de la FAO, en 2019 las cadenas de valor agrícolas utilizaron 12,5 millones de toneladas de productos plásticos, mientras que otros 37,3 millones se utilizaron en envases de alimentos.

**Usar eficientemente los recursos agrícolas y fuentes de energía no renovables**

El plástico en hidroponía es el principal insumo, ya que contribuye a aumentar los rendimientos de los cultivos, reducir el consumo de agua y de insumos agroquímicos.

Las estrategias de su uso deben estar orientadas a la durabilidad y capacidad de reciclaje. Según el grado de resina que contienen se clasifican en siete categorías, como se muestra en la **Figura 3**. Es recomendable que al momento de elegir el tipo de plástico se pueda priorizar aquellos identificados con los números 1, 2, 4 y 5, evitando que tengan “un solo uso”, así como quemarlos, ya que esto tiene incidencia directa en el rendimiento de los cultivos (reducción 20-30 %) debido a las altas concentraciones de dioxinas (contaminantes orgánicos persistentes que se encuentran entre las sustancias químicas más tóxicas conocidas). Además, se recomienda reutilizarlos dentro del predio (por ej., cobertura corrales o bebederos); disponerlos en puntos de reciclaje comunal y cuantificar la cantidad dentro del predio.



**Figura 3.** Clasificación de plásticos según su capacidad de reciclaje.

En los sistemas productivos del Programa se trabaja con materiales de alta durabilidad que permitan extender el uso productivo y la vida útil de los mismos. Dentro de las estrategias de uso eficiente de recursos se cuantificó y clasificó la cantidad de plástico utilizado (ver **Cuadro 2**), garantizando su uso por más de tres años; la mayoría corresponde a dos y cuatro, según capacidad de reciclaje. Sin embargo, la preocupación y atención se encuentra en las bandejas de plumavit (PS-6), las que tienen una baja durabilidad, adoptándose para ellas técnicas de envoltura que otorgan hermeticidad y mayor durabilidad, como se muestra en la **Figura 4**.

**Cuadro 2.** Materiales, clase y cantidades utilizados en el Programa de introducción del cultivo hidropónico de hortalizas bajo invernadero para la Región de Coquimbo.

Invernadero 48 m <sup>2</sup> 6 mesones SRF y 1 almaciguera	Clase plástico	Kg	Kg m <sup>2</sup>
Cubierta polietileno	HDPE (2)	38,5	0,8
Malla antiáfidos	HDPE (2)	7,8	0,16
Cubre piso (antimalezas)	Nylon (7)	9,9	0,21
Sistema eléctrico (conduit)	PVC (3)	2,1	0,04
Cubierta mesones (mangas pe)	LDPE (4)	15,6	0,33
Plumavit	PS (6)	10,8	0,23
Sistema recirculación (pvc, pe)	PVC (3)	5,8	0,12
Bandejas (36)	HDPE (2)	7,2	0,15
Bolsas embalaje (100)	LDPE (4)	1	0,02
<b>Total</b>		<b>98,7</b>	<b>2,06</b>



**Figura 4.** Cubierta plumavit para aumentar vida útil.

### Adaptarse a los ciclos naturales biológicos y ambientales

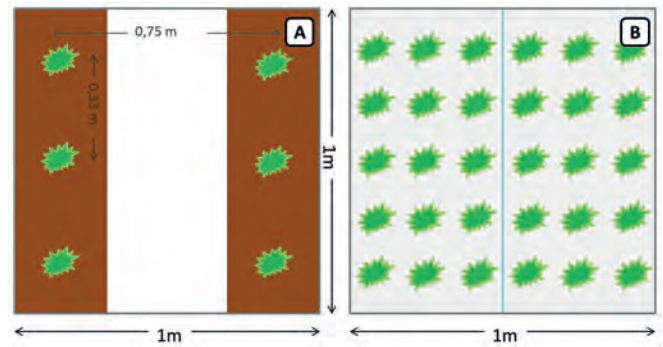
**Consumo de agua y densidad de plantación:** la respuesta de la hidroponía, ante la escasez de precipitaciones y condiciones de sequía, es que permite reducir el consumo de agua, alrededor de un 40 % en los cultivos de lechuga (ver **Cuadro 3**) y aumentar la densidad de plantación en una proporción de 1:5 respecto del cultivo tradicional en suelo (**Figura 5**).

**Cuadro 3.** Comparación de consumo y ahorro de agua entre cultivo en suelo e hidroponía.

Estación	Suelo franco (0,33 x 0,75 m)		Hidroponía	Ahorro
	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	L m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>	L m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>	L m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
Invierno	1.000	100	60	-40%
Verano	1.800	180	100	-44%

### Apoyar al desarrollo económico rural y la calidad de vida de los agricultores y agricultoras

**Mujer y Tercera Edad:** la calidad de vida rural se ha visto afectada por el despoblamiento y, por consiguiente, por



**Figura 5.** Esquema comparativo densidad de plantación. (A) lechugas cultivadas en suelo (0,33 x 0,75 m) y (B) lechugas cultivadas en SRF (0,2 x 0,2 m).

una reducción de la fuerza de trabajo, debido a las escasas oportunidades para jóvenes, que optan por estudiar en ciudades, o bien, trabajar en otros sectores productivos. La hidroponía al ser un modelo que requiere de un bajo esfuerzo físico y automatizado, da la posibilidad de incorporar mujeres y adultos mayores, posibilitando aumentar los ingresos familiares y contribuir a la independencia económica, especialmente de quienes están a cargo del cuidado del hogar. Del total de beneficiarios del Programa el 60 % son mujeres, a quienes se les entregan las herramientas productivas y de comercialización, orientadas a estrategias asociativas entre los beneficiarios/as para la compra de insumos y canales de venta a nivel local. Se estima que el incremento del ingreso familiar anual sería de un 50 %.

## Desafíos

Un abastecimiento energético fiable, eficaz, eficiente, sostenible y económico es imprescindible para garantizar el progreso y el desarrollo productivo en la hidroponía, que demanda de una alta disponibilidad energética, sin limitaciones ni interrupciones de suministro que obstaculicen las tareas diarias. En este contexto, la independencia del uso de energía en los sectores rurales, a través de fuentes renovables (eólica o solar) desde una mirada productiva y económica hacia la sostenibilidad, son estrategias que deben ser visualizadas por agricultores/as.

Este informativo es parte del "Programa Transferencia Tecnológica para Cultivo de Hortalizas Hidropónicas en la Región de Coquimbo", código BIP 40014457-0. Permitida la reproducción del contenido de esta publicación citando la fuente y autores/a. La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA. Más información: Constanza Jana A., [cjana@inia.cl](mailto:cjana@inia.cl), +51 2223290, INIA Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, La Serena, región de Coquimbo, Chile.

[www.inia.cl](http://www.inia.cl)

